Travaux Dirigés : Electrostatique

SMC : PHY02

J. EL KHAMKHAMI

Département de Physique
Faculté des Sciences de Tétouan

27-02-2006

Série n° 1

Exercice 1 : Dans un plan xOy, muni d'un repère cartésien $(O;\vec{i},\vec{j})$, on étudie une distribution discrète de charges, constituée de trois charges ponctuelles identiques et positives *q* placées aux points de coordonnées $A(0,\frac{a}{\sqrt{3}})$; $B(\frac{a}{2},\frac{-a}{2\sqrt{3}})$ et $C(\frac{-a}{2},\frac{-a}{2\sqrt{3}})$. Les trois points *A*, *B* et *C* sont les sommets d'un triangle équilatéral de côté a.

1. Calculer le champ électrostatique créé par ces trois charges au centre du triangle $O(0,0)$.
2. On place en *O* une charge *Q*. Calculer la force exercée sur cette charge par les trois autres charges. La charge *Q* est-elle à l'équilibre?
3. On désire choisir la valeur de *Q* pour que les trois autres charges soient à l'équilibre. Donner par un raisonnement qualitatif le signe de la charge *Q* qui permet de réaliser cette condition.
4. Montrer que la valeur de *Q* à choisir pour assurer l'équilibre de cette distribution discrètes de charge est $Q=\frac{-q}{\sqrt{3}}$.

Exercice 2 : On considère deux charges électriques ponctuelles *q* et *-4q*, distantes de *a*. *q étant positif*.

1. Déterminer le champ $\vec{E}$ en un point *M* tel que $\overrightarrow{OM}=x\vec{i}$. Dessiner les champs créés par chacune des charges et le champ résultant.
2. Déterminer la valeur de *x* négatif pour laquelle $\vec{E}=\vec{0}$. Donner la valeur du potentiel électrique *V* en ce point.

Exercice 3 : On considère une boucle de rayon *R* portant une charge électrique de densité linéique uniforme λ. Soit M un point de l'axe de la boucle d'abscisse *z*.

1. Déterminer directement :
   a. le champ électrique $\vec{E}(z)$
   b. le potentiel $V(z)$ (on prendra $V=0$ pour z infini).
2. Retrouver l'expression du champ électrique à partir de celle du potentiel.



Exercice 4 : Effectuer le calcul du champ électrostatique $\vec{E}$ crée par un disque de rayon *R* portant la charge surfacique $\sigma = cte$, en un point de son axe $(O; \vec{k})$. Tracer *E (z)* en fonction de *z*. $\overrightarrow{OM} = z\vec{k}$. En faisant tendre *R* vers l'infini, en déduire le champ créé par un plan (infini) de charges. Que penser du résultat?

Exercice 5 : On considère une demi-droite $(A; \vec{\mathrm{j}})$ portant une densité linéique de charges uniforme λ. Déterminer le champ en M. Avec $\overrightarrow{OA} = a\vec{j}$; $\overrightarrow{OM} = x\vec{i}$. $(O; \vec{i}, \vec{j})$ étant un repère orthonormé.

Exercice 6 : Par application du théorème de Gauss, déterminer le champ et en tout point M de l'espace dans les cas suivants :

1. une sphère de centre *O* de rayon *R* portant une densité surfacique de charges uniforme σ.
2. une sphère de centre **O** de rayon *R* portant une densité volumique de charges uniforme ρ.
3. une distribution de charges à symétrie sphérique centrée en *O* telle qu'à une distance *r* de *O*, $\rho = \rho_0 e^{-kr}$.
4. un cylindre de longueur infinie, de rayon R, portant une densité surfacique uniforme σ.
5. un cylindre de longueur infinie, de rayon R, portant une densité volumique de charges r uniforme ρ.

